

Сажин А. В.,

студент магистратуры

1 курс, Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Владимирский государственный университет

Кирилина А. Н., *научный руководитель,*

кандидат технических наук, доцент

доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов»

Владимирский государственный университет

Россия, г. Владимир

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ

Аннотация: Данная статья посвящена решению вопросов автоматизации процессов лазерной обработки. Исследован процесс лазерного упрочнения как объекта управления, изучены особенности лазерного упрочнения в импульсном и непрерывном режимах, выявлены проблемы управления режимами лазерного термического управления, выполнен сравнительный анализ результатов математического моделирования процесса лазерного термического упрочнения стали У8 и натурального эксперимента.

Ключевые слова: лазерное упрочнение стали, математическое моделирование тепловых процессов.

Annotation: This article is devoted to the solution of questions of process automation of laser processing. Process of laser hardening as object of control is investigated, features of laser hardening in the pulse and continuous modes are studied, problems of control of the modes of laser thermal control are revealed,

comparative analysis of results of mathematical model operation of process of laser thermal hardening of steel of U8 and a natural experiment is made.

Key words: laser hardening of steel, mathematical model operation of thermal processes.

Одной из актуальных проблем в современной промышленности является качество, надежность и высокая производительность заготовок и готовых изделий. Перспективным для решения данной задачи является лазерное термическое упрочнение.

Интенсивное внедрение методов лазерного термоупрочнения в промышленное производство делает все более актуальной проблему оптимизации режимов лазерного воздействия. Оптимизация включает в себя выбор способа лазерного воздействия и параметров луча для получения структуры с требуемыми физическими и механическими свойствами. Решение этой задачи выдвигает на первый план изучение особенностей фазовых и структурных превращений в сталях, происходящих при лазерном воздействии [1].

Проблема управления режимами лазерного термического упрочнения состоит не только не столько в том, как рассматривать механизм и кинетику фазовых превращений, а как более точно оценить состояние, в которое переходит материал под влиянием лазерного облучения. Важнейшим параметром состояния является температура. Но применяемые в настоящее время методы аналитических расчетов не обеспечивают требуемой точности и достоверности.

В рамках выпускной квалификационной работы по направлению 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств» проводились исследования целью которых являлось - повышение эффективности системы управления процессом лазерного термического упрочнения (ЛТУ) путем сокращения времени настройки и коррекции параметров процесса, в

повышении точности управления, в том числе, в условиях неопределенности и влияния внешних возмущений.

На первом этапе работы было проведено исследование процесса лазерного упрочнения поверхностей как объекта управления. Исследование показало, что конечные свойства закаленных сплавов зависят от скорости, температуры нагрева, времени выдержки в нагретом состоянии, а также от исходной структуры и других параметров процесса (расфокусировки, диаметра пятна, наличия поглощающего покрытия и т.д.) [2].

Так же были изучены особенности лазерного упрочнения в импульсном и непрерывном режимах. При непрерывном лазерном излучении расфокусированный луч мощностью излучения P и диаметром d_p пятна нагрева на поверхности обрабатываемого тела равномерно перемещается относительно тела со скоростью обработки v . Зона упрочнения на поверхности тела имеет форму полосы, при этом обеспечивается равномерность распределения свойств по поверхности.

Параметрами непрерывной закалки являются: мощность излучения, скорость обработки, радиус пятна нагрева и плотность мощности теплового источника.

Импульсное лазерное термоупрочнение осуществляется импульсами излучения, сфокусированными в пятне диаметром d . Каждый последующий импульс перекрывает предыдущее пятно нагрева, т. е. перекрытие Δx меньше диаметра пятна лазерного излучения d , $\Delta x < d$.

Импульсное лазерное термоупрочнение характеризуется рядом параметров. Т.к. параметры скорость и мощность подробно изучены в литературе, то особое внимание было уделено параметрам: коэффициенту сосредоточенности, частоте импульсов и коэффициенту поглощения.

Было проведено вычислительное моделирование результаты которого сравнили с результатами натурального эксперимента. На графиках (рис.1 и рис.2) наблюдается, что зависимости, построенные на данных модели, наиболее приближены к линейности. Скачки на зависимостях полученных во время

эксперимента, обуславливается тем, что при обработке возникает множество посторонних факторов, таких как неоднородность металла, среды обработки и т.п. Различие между вычислительным и натурным экспериментами, в среднем 40-50 градусов, что вполне допустимо, это позволяет использовать моделирование в системах поддержки принятия решений для оптимизации режимов лазерного упрочнения металла.

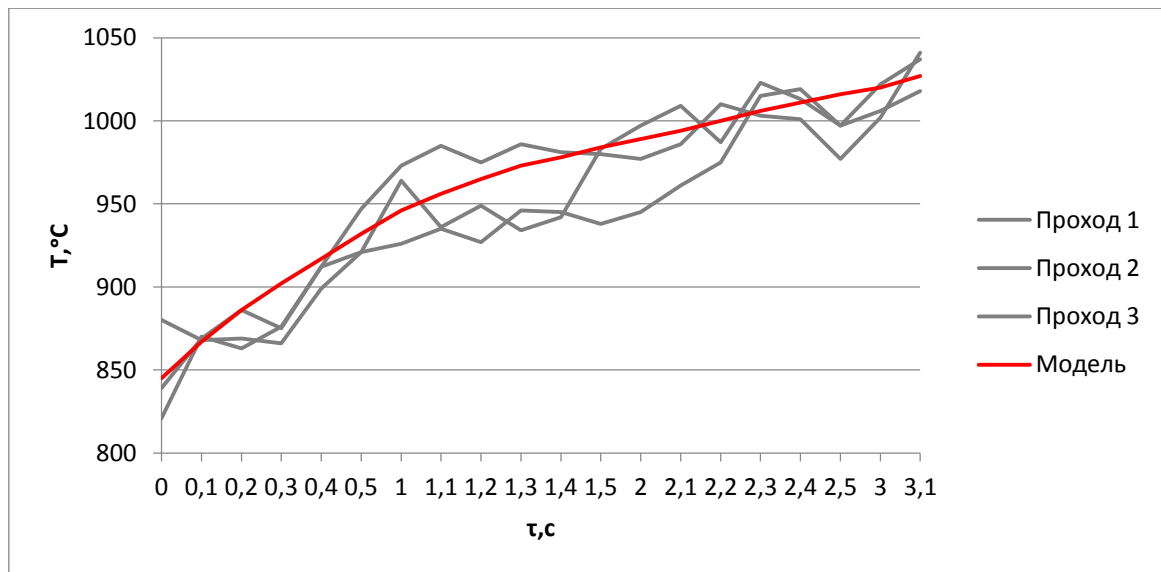


Рисунок 1. Сравнение экспериментальных данных с данными полученными при моделировании

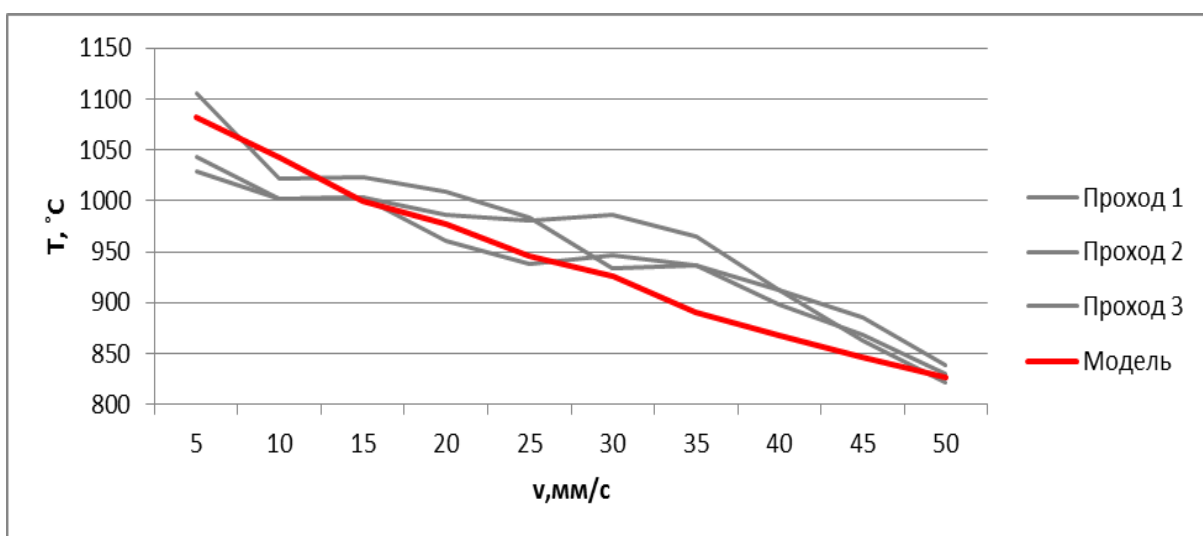


Рисунок 2. Сравнение экспериментальных данных с данными полученными при моделировании

В целях наиболее эффективного использования преимуществ лазерного излучения для достижения требуемого упрочнения изделий необходимо в определенной последовательности выполнить следующие этапы.

Этап 1. Оценка начального состояния обрабатываемой поверхности и требуемых показателей упрочненной поверхности.

Этап 2. Предварительная оценка тепловых процессов, протекающих в зоне лазерного излучения.

Этап 3. Получение прогнозирующей модели с помощью специальных программных средств, что значительно облегчает выполнение расчетов, и позволяет, не прибегая к трудоемким и дорогостоящим натурным испытаниям, осуществить выбор значений параметров, влияющих на упрочнение.

Этап 4. Настройка параметров лазерного излучения.

Этап 5. Процесс лазерного упрочнения с коррекцией скорости подач при постоянном контроле температуры в зоне обработки

Этап 6. Металлографические исследования.

Этап 7. Корректировка управляющих программ, формирование баз данных.

Библиографический список:

1. АСУ на промышленном предприятии: Методы создания: Справочник/ С. Б. Михалёв, Р.С. Седегор, А.С. Гринберг и др.- 2-е изд. пераб. и допл.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 400 с.

2. Лазерная техника и технология. В 7 кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки: Учебное пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафронов.; Под.ред. А.Г. Григорьянц.-М.: Высш.шк., 1987. 191 с.